

1021.43059X00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): MAKI, et al.
Serial No.: Not assigned
Filed: August 20, 2003
Title: LINEAR MOTOR, ITS CONTROLLING METHOD, AND XY TABLE
Group: Not assigned

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

August 20, 2003

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on Japanese Application No.(s) 2003-026575 filed February 4, 2003.

A certified copy of said Japanese Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



Ronald J. Shore
Registration No. 28,577

RJS/amr
Attachment
(703) 312-6600

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2003年 2月 4日

出 願 番 号

Application Number:

特願2003-026575

[ST.10/C]:

[JP2003-026575]

出 願 人

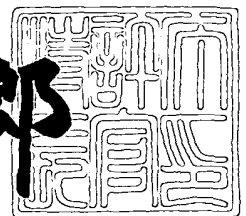
Applicant(s):

株式会社日立製作所

2003年 3月28日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3021478

【書類名】 特許願

【整理番号】 1102015181

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H02K 41/02

【発明の名称】 直線駆動装置、その制御方法及びX Yテーブル

【請求項の数】 15

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
株式会社 日立製作所 日立研究所内

 【氏名】 牧 晃司

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
株式会社 日立製作所 日立研究所内

 【氏名】 金 弘中

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
株式会社 日立製作所 日立研究所内

 【氏名】 諸岡 泰男

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県日立市会瀬町二丁目9番1号
日立設備エンジニアリング株式会社内

 【氏名】 酒井 慶次郎

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県日立市会瀬町二丁目9番1号
日立設備エンジニアリング株式会社内

 【氏名】 柴田 均

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県日立市会瀬町二丁目9番1号
日立設備エンジニアリング株式会社内

【氏名】 嶋根 秀樹

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市会瀬町二丁目9番1号
日立設備エンジニアリング株式会社内

【氏名】 田所 久男

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
株式会社 日立製作所 日立研究所内

【氏名】 小林 孝司

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100075096

【弁理士】

【氏名又は名称】 作田 康夫

【電話番号】 03-3212-1111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013088

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 直線駆動装置、その制御方法及びXYテーブル

【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の磁極歯が対向する第1の対向部を有し巻線が配置され磁性体からなる第1のコアと複数の磁極歯が対向する第2の対向部を有し巻線が配置され磁性体からなる第2のコアとを備える一次側部材と、前記第1の対向部を構成する磁極歯の間に配置されかつ前記第2の対向部を構成する磁極歯の間に配置され一次側部材に対し相対移動可能に支持された二次側部材とを備え、

前記第1の対向部を通る磁束と前記第2の対向部を通る磁束の向きが異なり、

二次側部材の移動方向に隣り合う前記磁極歯の間に導体が配置されていることを特徴とする直線駆動装置。

【請求項2】

請求項1において、前記導体は前記二次側部材の相対移動方向を軸に巻かれた巻線であることを特徴とする直線駆動装置。

【請求項3】

請求項1において、前記磁極歯の間に配置される磁極歯には、磁極歯間を通る磁束の向きと反対方向に磁束を流す向きに電流が流されることを特徴とする直線駆動装置。

【請求項4】

複数の磁極歯を有し磁性体からなり巻線が配置されたコアを備える一次側部材と、前記磁極歯と空隙を介して前記一次側部材に対し相対移動可能に支持される二次側部材とを備え、

前記コアには一方の磁極歯列が前記一次側部材の相対移動方向に対して略垂直方向に第1段と第2段に分けて配列され、

前記コアには他方の磁極歯列が二次側部材の相対移動方向に対して略垂直方向に第1段と第2段に分けて配列され、

前記二次側部材は前記第1段の磁極歯と前記第2段の磁極歯の間に配置され、

前記二次側部材の相対移動方向に前記一方の磁極歯列の第1段の磁極歯と前記

他方の磁極歯列の第 1 段の磁極歯が交互に配置され、

前記二次側部材の相対移動方向に前記一方の磁極歯列の第 2 段の磁極歯と前記他方の磁極歯列の第 2 段の磁極歯が交互に配置され、

前記二次側部材の移動方向に隣り合う前記磁極歯の極性が異なり、

前記隣り合う磁極歯の間に導体が配置されていることを特徴とする直線駆動装置。

【請求項 5】

請求項 4 において、前記導体は前記二次側部材の相対移動方向を軸に巻かれた巻線であることを特徴とする直線駆動装置。

【請求項 6】

請求項 3 において、前記磁極歯間に配置された導体には前記磁極間に流れる方向と反対方向に磁束を通す方向に電流が流されることを特徴とする直線駆動装置。

【請求項 7】

請求項 1 において、前記二次側部材は永久磁石又は巻線を備え、

前記二次側部材の相対移動方向に一方の磁極と他方の磁極とが交互に現れることを特徴とする直線駆動装置。

【請求項 8】

請求項 1 において、前記二次側部材は磁性体で形成されたコアを有し、前記二次側部材の相対移動方向に磁氣的凸部と磁氣的凹部とが交互に現れることを特徴とする直線駆動装置。

【請求項 9】

請求項 1 において、前記一次側部材が固定的に支持され、前記二次側部材が移動可能に支持されることを特徴とする直線駆動装置。

【請求項 10】

請求項 1 において、前記二次側部材が固定的に支持され、前記一次側部材が移動可能に支持されることを特徴とする直線駆動装置。

【請求項 11】

請求項 1 において、前記コアは前記二次側部材の移動方向に対して略垂直方向

に開口部を有することを特徴とする直線駆動装置。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 において、前記二次側部材は前記二次側部材の中心部が前記磁極歯の中心部から変位している状態で支持されていることを特徴とする直線駆動装置。

【請求項 1 3】

複数の磁極歯が対向する第 1 の対向部を有し巻線が配置され磁性体からなる第 1 のコアと複数の磁極歯が対向する第 2 の対向部を有し巻線が配置され磁性体からなる第 2 のコアとを備える一次側部材と、前記第 1 の対向部を構成する磁極歯の間に配置されかつ前記第 2 の対向部を構成する磁極歯の間に配置され一次側部材に対し相対移動可能に支持された二次側部材とを備え、

前記第 1 の対向部を通る磁束と前記第 2 の対向部を通る磁束の向きが異なり、二次側部材の移動方向に隣り合う前記磁極歯の間に導体が配置されていることを特徴とする直線駆動装置を制御する方法において、

隣り合う前記磁極歯の間に流れる磁束を妨げる向きに磁束が発生するように前記磁極歯の間の導体に電流を流すことを特徴とする直線駆動装置の制御方法。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 の直線駆動装置の制御方法において、大推力を要する場合に前記隣り合う磁極歯の間に配置した導体に電流を流すことを特徴とする直線駆動装置の制御方法。

【請求項 1 5】

搬送対象物を X 方向に駆動する X 軸駆動装置と、搬送対象物を X 方向と異なる方向である Y 方向に駆動する Y 軸駆動装置とを備える X Y テーブルにおいて、

前記 X 方向駆動装置または前記 Y 方向駆動装置の駆動源として請求項 1 に記載の直線駆動装置を用いた X Y テーブル。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、直線駆動装置、その制御方法、及び搬送対象物を二方向に移動させ

る X Y テーブルに関するものである。X Y テーブルは、例えば集積回路の製造工程において、ウェーハ表面を加工する際に、ウェーハを二方向に移動させる用途等に利用される。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

一般に直線駆動装置は、複数の磁極歯を有する一次側部材と、一次側部材と空隙を介して相対移動可能に支持された二次側部材とを備える。そのうち、同極性の複数磁極歯に共通して巻線を巻回することでコンパクト化を図ったものが特開平 1 0 - 1 7 4 4 1 8 号公報（以下、特許文献 1 という。）に開示されている。また特開 2 0 0 1 - 2 8 8 7 5 号公報（以下、特許文献 2 という。）に開示されているような、異極性の磁極歯も含めて一括して巻線を巻回することでさらなるコンパクト化を実現した直線駆動装置もある。

【 0 0 0 3 】

また、磁極間に永久磁石を配置して漏れ磁場を低減する例が特開昭 6 1 - 8 5 0 4 5 号公報（以下、特許文献 3 という。）に記載されている。

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】

特開平 1 0 - 1 7 4 4 1 8 号公報

【特許文献 2】

特開 2 0 0 1 - 2 8 8 7 5 号公報

【特許文献 3】

特開昭 6 1 - 8 5 0 4 5 号公報

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

特許文献 1 及び特許文献 2 に記載の直線駆動装置では、コアに巻回した巻線に駆動電流を流したとき、コア中の磁束密度が高くなって磁気飽和を起こすと、コアが磁束を有効に導けなくなるため駆動電流を増やしてもそれ以上は推力が増えなくなる。これは、複数磁極歯に共通して巻線を巻回するために巻線箇所が磁極歯端部から離れた位置となっていることに起因する。

【 0 0 0 6 】

また、磁極間に永久磁石を配置して漏れ磁場を低減する例が特許文献 3 に記載されているが、永久磁石が利用できるのは漏れ磁場の向きが時間変化しない場合に限定される。一般には漏れ磁場の向きが時間的に変化するため、永久磁石では不適格である。

【 0 0 0 7 】

本発明の目的は、上記の課題を解消するために、コンパクトな構造を十分に保ちつつ、最大推力がより大きい直線駆動装置を提供することにある。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

本発明の一つの特徴によれば、直線駆動装置及び X Y テーブルにおいて、二次側部材の移動方向に隣り合う磁極歯の間に導体を配置する。これにより、一次側のコアが磁気飽和を起こした場合にも、磁極歯間の漏れ磁束を低減でき、直線駆動装置の最大推力を大きくすることができる。

【 0 0 0 9 】

また、本発明の他の特徴によれば、直線駆動装置の制御方法において、隣り合う磁極歯の間に流れる磁束を妨げる向きに磁束が発生するように磁極歯の間の導体に電流を流す。これにより、一次側のコアが磁気飽和を起こした場合にも、磁極歯間の漏れ磁束を低減することができ、直線駆動装置の最大推力を大きくすることができる。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。図 1 は、本発明の一実施形態（以下、実施例 1 という。）による直線駆動装置の基本構成図である。本実施例の直線駆動装置は、磁性体で形成された第 1 のコア 1 1 a，第 2 のコア 1 1 b，第 1 のコア及び第 2 のコアの複数の磁極歯に共通して巻回した導体からなる巻線 1 2 及び磁極歯間に設置した巻線 1 5 を有する一次側部材 1 0 と、一次側部材 1 0 と空隙を介して相対移動可能に支持された二次側部材 2 0 とを備える。一般に直線駆動装置においては、一次側部材が固定され二次側部材が駆動され

る方式と、二次側部材が固定され一次側部材が駆動される方式があるが、本発明はどちらの方式でも構わない。本実施例においては、二次側部材が駆動される方式を説明する。コア 1 1 を形成する磁性体としては、一般的には鉄が使用されるが、他の材料でもよい。二次側部材 2 0 には永久磁石 2 1 が固着されており、前記二次側部材の移動方向に沿って一方の磁極 2 1 a と他方の磁極 2 1 b とが交互に現れている。

【 0 0 1 1 】

第 1 のコア 1 1 a は磁極歯 1 3 a, 1 3 b が対向する第 1 の対向部を有し、第 2 のコア 1 1 b は磁極歯 1 4 a, 1 4 b が対向する第 2 の対向部を有する。第 1 の対向部と第 2 の対向部は磁気的な極性が異なり、巻線 1 2 に電流を流すと第 1 の対向部と第 2 の対向部を流れる磁束の向きが逆向きとなる。例えば、巻線 1 2 に矢印 3 1 の方向に電流が流れた場合には、第 1 の対向部には、下向き（1 3 a から 1 3 b に向かう方向）に磁束が通り、第 2 の対向部には上向き（1 4 b から 1 4 a に向かう方向）に磁束が通る。

【 0 0 1 2 】

コア 1 1 には、第 1 の磁極（磁束の発生源）1 6 a と第 2 の磁極 1 6 b がある。第 1 の磁極には、二次側部材 2 0 の移動方向に対して略垂直方向に第 1 段（1 3 a）と第 2 段（1 4 b）とに分けて配列した一方の磁極歯列 1 3 a, 1 4 b が配置され、同様に第 2 の磁極にも、二次側部材 2 0 の移動方向に対して略垂直方向に第 1 段（1 4 a）と第 2 段（1 3 b）とに分けて配列した他方の磁極歯列 1 4 a, 1 3 b とを有し、第 1 段及び第 2 段のそれぞれにおいて、一方の磁極歯列に属する磁極歯と他方の磁極歯列に属する磁極歯とが交互に配列されている。一方の磁極歯列と他方の磁極歯列の磁気的な極性は異なり、例えば巻線 1 2 に矢印 3 1 の方向に電流が流れた場合には、一方の磁極歯列を通る磁束は磁極歯から出ていく方向に通り、他方の磁極歯を通る磁束は磁極歯に入っていく方向に通る。第 1 段の磁極歯 1 3 a 及び 1 4 a と第 2 段の磁極歯 1 3 b 及び 1 4 b とに挟まれた空間には、巻線 1 2 に電流を流すことで、第 1 段の磁極歯から第 2 段の磁極歯へ向かう向きに磁場が発生する領域と、第 2 段の磁極歯から第 1 段の磁極歯へ向かう向きに磁場が発生する領域とが交互に並ぶ。二次側部材 2 0 は、その空間

に空隙を介して配置され、前記一次側部材の発生する磁場と作用して移動する。

【0013】

二次側部材が移動する方向に隣り合う第1のコアの磁極歯と第2のコアの磁極歯の間（例えば、磁極歯13a, 14aの間）には、磁極歯間の漏れ磁束を低減するための導体からなる巻線15が配置される。巻線15は二次側の移動方向を軸として巻かれ、巻線15には、第1のコア、第2のコアに共通して巻回した巻線12に流れる電流が作る磁場が磁極歯間に漏れるのを妨げるように通電する。そうすることで、たとえコア11が磁気飽和を起こした状態でも、隣り合う磁極歯の間を通過する漏れ磁束が低減され、推力を増加させることができる。巻線15に通電するのは常時であってもよいし、大推力を要する状況下のみでもよい。また、巻線15の代わりに磁極歯間に超電導体を配置しても、マイスナー効果により漏れ磁束を低減する効果がある。

【0014】

本実施例の直線駆動装置は、瞬間的に大推力を必要とする用途、例えば遮断器や変速機といった製品に特に適している。

【0015】

磁極歯の間に設置する巻線15は、図1のように上側磁極歯間に設置する以外に、図2のように下側磁極歯間に設置してもよい。あるいは図3のように上側と下側の両方の磁極歯間に設置してもよい。

【0016】

図4に、本発明の別の実施形態（以下、実施例2という。）を示す。本実施例においては、一次側部材10のコア11が、二次側部材20の移動方向に対して略垂直方向に前記二次側部材20を挿入するのに十分な幅の開口部17を有する。二次側部材20の中心部32が磁極歯13の中心部18から外れる方向に変位すると、元の位置へ引き戻す向きの磁気吸引力が二次側部材20と一次側部材10との間に働く。そのため二次側部材20の支持機構は、磁極歯の中心部18に向かう方向に関しては比較的緩やかでよい。さらには二次側部材20磁極歯13aの中心部18から変位した状態で支持し、二次側部材20に加わる荷重を相殺するような磁気吸引力を発生させることで、二次側部材20を支持する支持

機構に加わる負荷を軽減することも出来る。

【 0 0 1 7 】

磁極歯間に設置された巻線 1 5 には、実施例 1 と同様に、巻線 1 2 に流れる電流が作る磁場が磁極歯間に漏れるのを妨げるように通電する。巻線 1 5 に通電するのは常時であってもよいし、大推力を要する状況下のみでもよい。

【 0 0 1 8 】

磁極歯間に設置する巻線 1 5 は、図 4 のように二次側部材 2 0 に対して片側に設置する以外に、図 5 のように二次側部材 2 0 の両側に設置してもよい。

【 0 0 1 9 】

ここで実施例 1 及び 2 において、二次側部材 2 0 に固着された永久磁石 2 1 の代わりに、界磁巻線を設置し、界磁巻線に電流を流すことで磁極を生じさせてもよい。その場合、界磁巻線の芯として磁性体を設置してもよい。あるいは永久磁石と界磁巻線を併用してもよい。また、前記界磁巻線は、互いに一部重なり合うように設置されていてもよい。あるいは、前記界磁巻線は、基板上にプリントされた配線であってもよい。

【 0 0 2 0 】

あるいは、二次側部材 2 0 に磁性体で形成されたコアを備えさせ、前記二次側部材の移動方向に沿って磁氣的凸部と磁氣的凹部とが交互に現れるようにすることで、磁気抵抗の差により生じるリラクタンス力を推力として利用することもできる。その場合、永久磁石を二次側部材 2 0 に固着して併用してもよい。なお磁氣的凹部は非磁性体で形成してもよい。さらに二次側部材 2 0 の断面形状は、矩形以外の形状、例えば円形や楕円形であってもよい。

【 0 0 2 1 】

上述したように、実施例 1 及び 2 においては、一次側部材 1 0 を固定的に支持し二次側部材 2 0 を移動可能に支持する方式でもよいし、二次側部材 2 0 を固定的に支持し一次側部材 1 0 を移動可能に支持する方式でもよい。

【 0 0 2 2 】

直線駆動装置の最終形態としては、例えば図 1 に示した一次側部材 1 0 を 1 つの一次側部材ユニットとし、これを複数個並べて、各一次側部材ユニットにそれ

それぞれある相を担わせる。そして相数を m ($m = 2, 3, 4, \dots$)、磁極ピッチを P としたとき、相異なる一次側部材ユニットの磁極同士の二次側部材移動方向の間隔が $kP + nP/m$ (ただし $k = 0, 1, 2, 3, \dots, n = 1, 2, \dots, m$) となるようにする。各一次側部材ユニット $10a, 10b, 10c$ の位置関係は、図 6 のように直列に並べてもよいし、図 7 のように並列に並べてもよい。このような位置関係に一次側部材ユニットを配置することにより、推力の脈動を大幅に低減することができる。

【0023】

あるいは二次側部材 20 を複数ユニットから構成し、各二次側部材ユニットにそれぞれある相を担わせる。そして相異なる二次側部材ユニットの磁極同士の二次側部材移動方向の間隔が $kP + nP/m$ (ただし $k = 0, 1, 2, 3, \dots, n = 1, 2, \dots, m$) となるようにする。各二次側部材ユニット $20a, 20b, 20c$ の位置関係は、図 8 のように直列に並べてもよいし、図 9 のように並列に並べてもよい。ただし図 8 の構成を取るには、実施例 2 のように一次側部材 10 のコア 11 が開口部を有する必要がある。

【0024】

図 10 は、本発明の一実施形態（以下、実施例 3 という。）である XY テーブルの基本構成図である。図 10 において、 101 はベースであり、 102 は直線案内装置のレール、 103 はステージ、 108 は直線案内装置 102 を支持するアームである。 $3X$ は X 軸駆動装置の一次側部材、 $3Y$ は X 軸と交差する方向である Y 軸駆動装置の一次側部材、 $3Z$ は Z 軸駆動装置の一次側部材、 $6X, 6Y, 6Z$ は各々軸の駆動装置の二次側部材を示しそれぞれの駆動装置は上記実施例で示したものを利用している。X 軸駆動装置 $3X$ 、Y 軸駆動装置 $3Y$ がそれぞれ X 軸、Y 軸を駆動することにより搬送対象物であるテーブル 103 が駆動される。本実施例では、二次側部材 $6X, 6Y$ が駆動される方式であるが、一次側部材 $3X, 3Y$ が駆動される方式でも構わない。

【0025】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、直線駆動装置または XY テーブルの最大

推力を増加させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施例 1 による直線駆動装置の基本構成図。

【図 2】

本発明の実施例 1 の第 1 変形案による直線駆動装置の基本構成図。

【図 3】

本発明の実施例 1 の第 2 変形案による直線駆動装置の基本構成図。

【図 4】

本発明の実施例 2 による直線駆動装置の基本構成図。

【図 5】

本発明の実施例 2 の変形案による直線駆動装置の基本構成図。

【図 6】

一次側部材ユニットを直列に配置した本発明の直線駆動装置の概念図。

【図 7】

一次側部材ユニットを並列に配置した本発明の直線駆動装置の概念図。

【図 8】

二次側部材ユニットを直列に配置した本発明の直線駆動装置の概念図。

【図 9】

二次側部材ユニットを並列に配置した本発明の直線駆動装置の概念図。

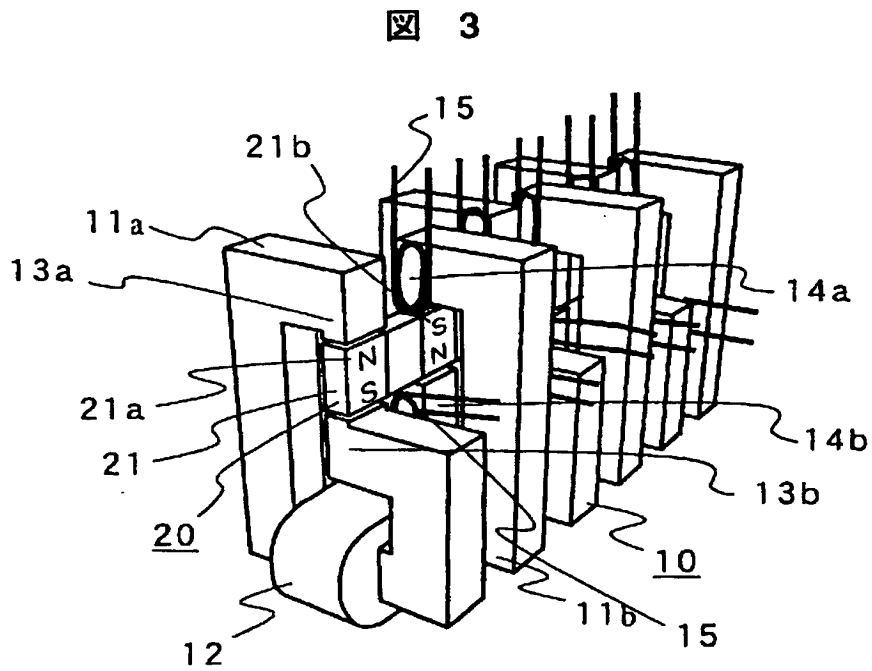
【図 10】

本発明の実施例 3 による X Y テーブルの基本構成図。

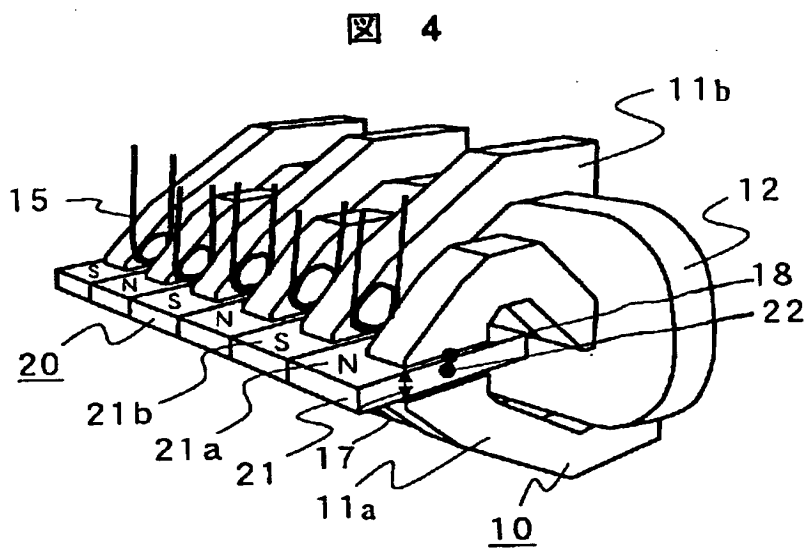
【符号の説明】

1 0 … 一次側部材、 1 1 a … 第 1 のコア、 1 1 b … 第 2 のコア、 1 2 … 巻線、
1 3 … 磁極歯、 1 4 … 磁極歯列、 1 5 … 磁極歯間に設置した巻線、 2 0 … 二次側
部材、 2 1 … 永久磁石。

【図3】

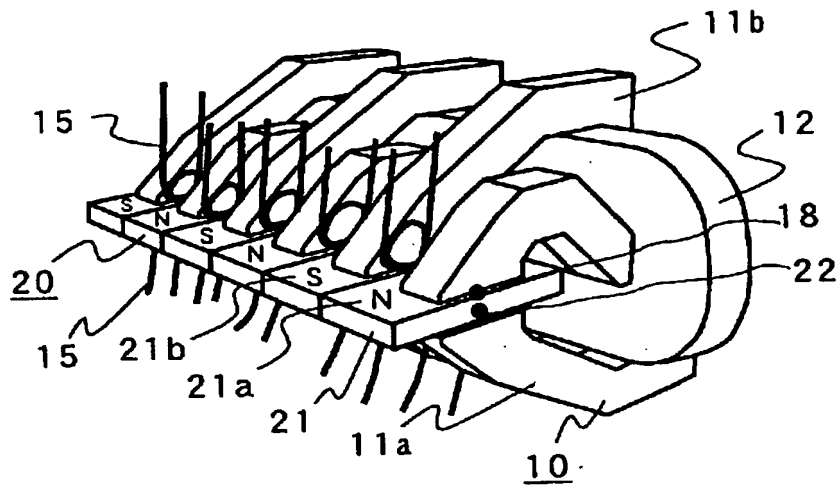


【図4】



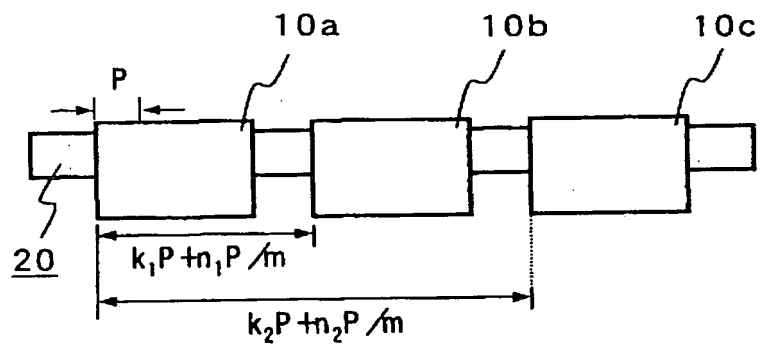
【図 5】

図 5

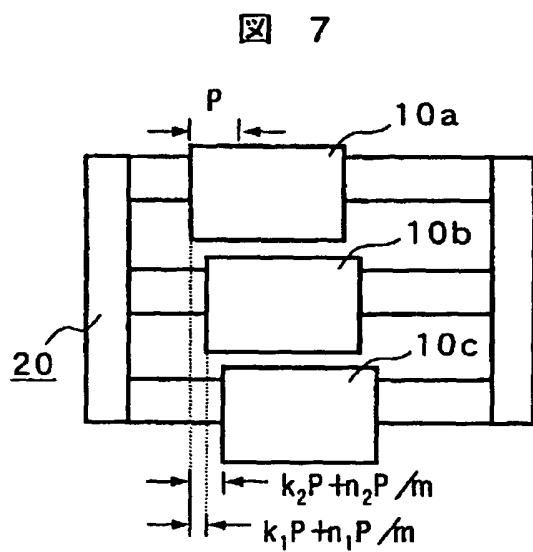


【図 6】

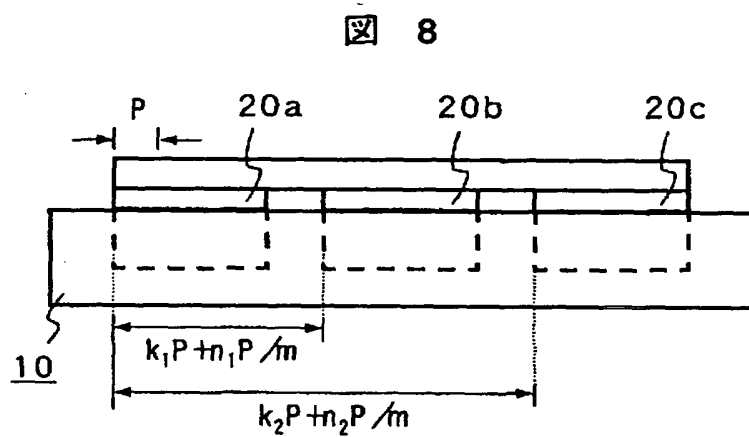
図 6



【図 7】

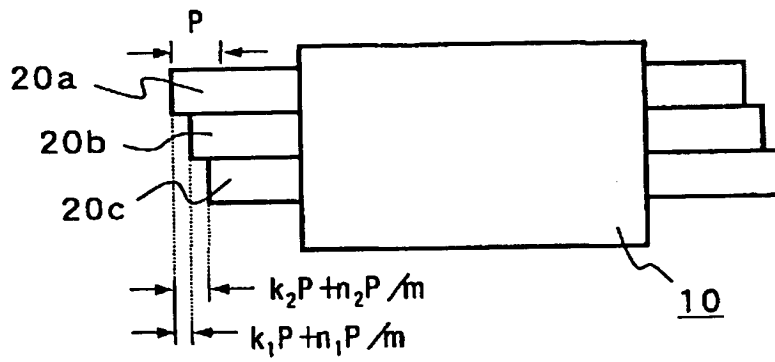


【図 8】



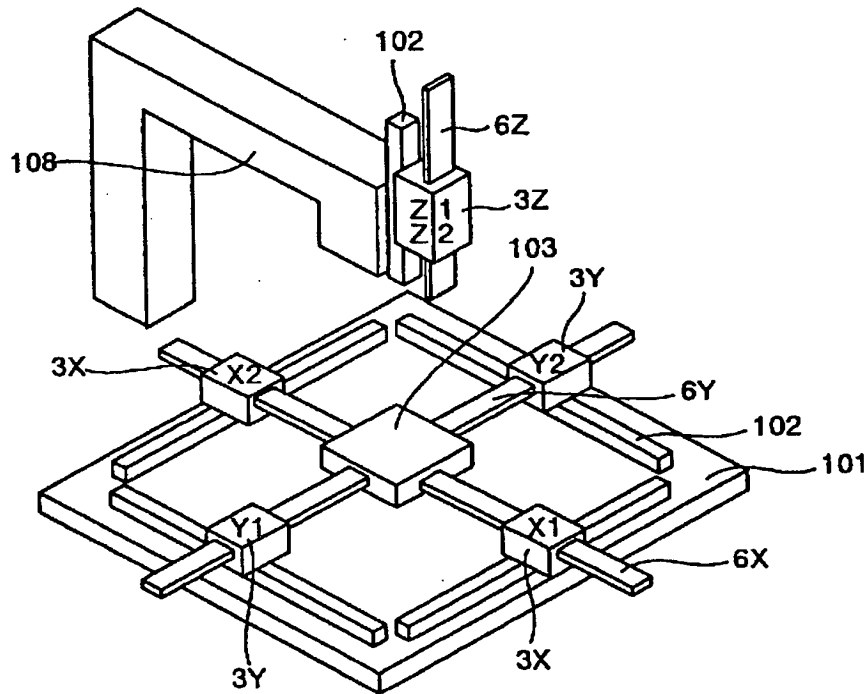
【図 9】

図 9



【図 1 0】

図 10



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

コンパクトな構造でありながら複数の磁極歯を備え、かつ二次側部材と一次側部材との間に働く磁気吸引力が相殺されるような直線駆動装置の推力を増加させる。

【解決手段】

磁性体で形成されたコア 1 1 a, 1 1 b とコア 1 1 a, 1 1 b に巻回した巻線 1 2 とを有する一次側部材 1 0 と、一次側部材 1 0 と空隙を介して相対移動可能に支持された二次側部材 2 0 とを備えた直線駆動装置において、コア 1 1 a, 1 1 b に共通して巻回された巻線 1 2 に加えて、隣接する磁極歯 1 3 a, 1 4 a 間にも巻線 1 2 を設置する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-026575
受付番号	50300172207
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成15年 2月 5日

<認定情報・付加情報>
【提出日】

平成15年 2月 4日

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日	1990年 8月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名	株式会社日立製作所